

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Peternakan

Masyarakat pedesaan pada umumnya berprofesi sebagai peternak dan petani. Ternak dipelihara untuk di ambil produknya yang berupa susu, daging, telur, maupun diambil anaknya atau keturunannya. Selain produk utama adapun produk sampingan yang dapat menyebabkan polusi atau mencemari lingkungan bila tidak dikelola dengan baik, yaitu berupa urin dan feses. Selain memberikan dampak positif, berkembangnya kegiatan usaha peternakan juga memberikan dampak negatif yaitu semakin besarnya volume limbah yang dihasilkan (Wahyuni, 2011).

Tabel 1. Data Statistik Peternakan 2013

Kecamatan	Jumlah sapi
Mijen	443
Gunung Pati	491
Banyumanik	141
Gajah Mungkur	11
Semarang Selatan	1
Candisari	1
Tembalang	159
Pedurungan	21
Genuk	18
Gayamsari	10
Semarang Utara	1
Semarang Timur	2
Semarang Barat	8
Semarang Tengah	0
Tugu	8
Ngaliyan	106
Semarang	1421

Menurut Simamora *et al.*, (2006) menyatakan bahwa seekor sapi dengan berat badan 454 kg dapat menghasilkan feses sebanyak 30 kg/hari. Oleh karena itu feses yang dihasilkan setiap hari sebanyak 255.780 kg/hari.

2.2. Feses Sapi

Feses sapi berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan isian digester dalam pembuatan biogas. Keuntungan menggunakan feses sapi sebagai substrat biogas, yaitu mengurangi pencemaran lingkungan dan terdapat bakteri metanogenik dari rumen sapi. Feses sapi mengandung hemisellulosa sebesar 18,6%, selulosa 25,2%, lignin 20,2%, nitrogen 1,67%, fosfat 1,11% dan kalium sebesar 0,56%, sedangkan feses kuda mengandung hemisellulosa sebesar 23,5%, selulosa 27,5%, lignin 14,2%, nitrogen 2,29%, fosfat 1,25% dan kalium sebesar 1,38% (Sihotang, 2010). Feses sapi mempunyai C/N ratio sebesar 16,6-25%, sedangkan feses kuda mempunyai C/N ratio sebesar 25% (Siallagan, 2010). Ternak ruminansia mempunyai sistem pencernaan khusus yang menggunakan mikroorganisme dalam sistem pencernaannya yang berfungsi untuk mencerna selulosa dan lignin dari rumput atau hijauan berserat tinggi (Lingaihah dan Rajasekaran, 1986). Feses sapi PFH mempunyai C/N ratio sebesar 16,6-25% (Siallagan, 2010).

2.3. Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan oleh bakteri, apabila bahan organik mengalami proses fermentasi dalam reaktor (digester) dalam kondisi *anaerob*

(Suyitno *et al.*, 2010). Biogas termasuk sumber energi alternatif yang dapat dibuat dari limbah peternakan, pertanian, perkebunan, maupun limbah restoran. Biogas terdiri dari beberapa gas, antara lain gas metana, karbon dioksida, hidrogen, nitrogen, oksigen dan gas-gas lainnya. Biogas merupakan campuran 50-70% gas metana, 30-40% karbon dioksida, 5-10% gas hidrogen dan sisanya berupa gas-gas lain dalam jumlah kecil (Mara, 2012). Menurut Widodo (2006), kandungan nutrisi utama untuk bahan pengisi biogas adalah nitrogen, fosfor dan kalium. Kandungan nitrogen dalam bahan sebaiknya sebesar 1,45%, sedangkan fosfor dan kalium masing-masing sebesar 1,10%. Penambahan nutrisi dengan bahan yang sederhana seperti limbah ternak, limbah pertanian dan buangan industri diberikan dengan tujuan untuk meningkatkan pertumbuhan bakteri di dalam digester (Padang *et al.*, 2011).

2.4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Biogas

2.4.1. Produksi gas metan

Pembentukan gas metan terdiri dari empat tahap yaitu : hidrolisis, asidogenesis, asetogenesis dan metanogenesis. Hidrolisis merupakan proses penguraian bahan-bahan organik mudah larut dan memecah bahan organik yang kompleks menjadi sederhana dengan bantuan air (perubahan struktur bentuk polimer menjadi bentuk monomer) (Haryati, 2006). Tahap asidogenesis merupakan tahap setelah tahap hidrolisis. Bakteri tidak hanya menyerap unit-unit molekul yang telah dibebaskan dari senyawa yang kompleks, tetapi bakteri juga terus memecah molekul-molekul kompleks yang dibutuhkan untuk kelangsungan

hidupnya Degradasi lanjutan dari asidogenesis ini meliputi hampir semua unit yang berasal dari protein, karbohidrat atau lemak, khususnya untuk memproduksi asetat dan karbondioksida (Yani dan Darwis, 1990).

Tahap ketiga yaitu tahap asetogenesis yang sangat berperan penting dalam pembentukan gas metan, karena dalam tahap ini menghasilkan asetat, hidrogen, dan karbon dioksida yang akan digunakan dalam tahap metanogenesis. Menurut Weissman (1991) asam organik rantai pendek yang dihasilkan dari tahap fermentasi dan asam lemak yang berasal dari hidrolisis lemak akan difermentasi menjadi asam asetat, hidrogen dan karbon dioksida oleh bakteri asetogenik. Tahap akhir adalah tahap metanogenesis yaitu bakteri metanogenik mensintesis senyawa dengan berat molekul rendah menjadi senyawa dengan berat molekul tinggi. Pembentukan metan oleh bakteri membutuhkan sejumlah energi dan tergantung pada asetat dan karbon dioksida yang terlarut sebagai sumber karbon dan sumber pengoksidasi sebagai pengganti oksigen (Yani dan Darwis, 1990).

Menurut Hartono (2009) rentang rasio C/N antara 25-30 merupakan rentang optimum untuk proses penguraian anaerob. Jika rasio C/N terlalu tinggi, maka nitrogen akan terkonsumsi sangat cepat oleh bakteri-bakteri metanogen untuk memenuhi kebutuhan protein dan tidak akan lagi bereaksi dengan sisa karbonnya, sehingga hasil produksinya gas akan rendah. Di lain pihak, jika rasio C/N sangat rendah, nitrogen akan dibebaskan dan terkumpul dalam bentuk NH_4OH . Parameter C/N bukan faktor satu-satunya yang mengakibatkan produksi gas metan dalam digester tersebut menghasilkan gas yang tinggi atau rendah

karena masih terdapat beberapa parameter atau faktor lain yang harus diperhatikan seperti bahan baku isian, derajat keasaman dan temperatur (Suyitno *et al.*, 2010).

2.4.2. Kecernaan bahan organik

Kecernaan bahan organik menggambarkan ketersediaan nutrient dari pakan dan menunjukkan nutrien yang dapat dimanfaatkan. Kecernaan bahan organik meliputi komponen bahan organik seperti karbohidrat, protein, lemak serta vitamin (Parrakasi, 1999). Faktor yang mempengaruhi kecernaan bahan organik adalah kandungan serat kasar dan mineral dari bahan pakan. Kecernaan bahan organik berkaitan dengan kecernaan bahan kering, karena sebagian bahan kering terdiri dari bahan organik, sehingga nilai kecernaan bahan organik berbanding lurus dengan dengan besarnya nilai kecernaan bahan kering (Kamal, 1994).

Bahan organik dari substrat yang dapat dicerna mikroorganisme atau didegradasi merupakan salah satu faktor penting penyebab tinggi rendahnya produksi metan yang dihasilkan (Abubakar dan Ismail, 2012). Menurut Babaee dan Shayegan (2011), kecernaan bahan organik merupakan aspek penting dalam mengevaluasi kinerja pencernaan secara anaerobik dalam digester pada proses pembuatan biogas. Bahan organik dalam substrat sebagai bahan isian digester merupakan bahan yang akan didegradasi oleh mikroorganisme untuk menghasilkan biogas (Budihardjo, 2009). Semakin banyak bahan organik dalam substrat dan semakin sedikit bahan organik dalam *slurry* merupakan semakin

besar pencernaan bahan organik dan menyatakan semakin banyak metan yang dihasilkan (Krisdianty, 2014).

2.4.3. pH

Faktor pH sangat berperan di dalam dekomposisi anaerob, karena pada pH yang tidak sesuai mikroba tidak dapat tumbuh dengan maksimal dan bahkan dapat menyebabkan kematian yang menghambat perolehan gas metana. Menurut Wahyuni (2011), produksi biogas secara optimum dapat dicapai apabila nilai pH dari campuran input di dalam reaktor berada dalam kisaran 6-7. Jika pH berada di luar kisaran tersebut, bakteri cenderung menghentikan proses fermentasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Amaru (2004) bahwa nilai pH yang dibutuhkan untuk digester adalah antara 6,2-8. pH *slurry* di dalam digester biogas dibawah 6 dan diatas 8 menyebabkan kecepatan perkembangan organisme merosot dengan sangat cepat. Untuk mencegah penurunan pH pada awal pencernaan dan menjaga pH pada kisaran yang diizinkan, maka perlu ditambahkan kapur (CaCO_3) sebagai *buffer* (Mahida, 1993).

2.4.4. Temperatur

Bakteri metanogenik pada umumnya adalah bakteri golongan mesofil yaitu bakteri yang hidupnya dapat subur hanya pada temperatur di sekitar temperatur kamar. Oleh karena itu, pembentukan biogas harus disesuaikan dengan temperatur kehidupan bakteri metana. Temperatur pembentukan biogas antara 20-40°C (Padang *et al.*, 2011). Temperatur lingkungan yang berada lebih tinggi dari

temperatur yang baik untuk pembentukan biogas akan menyebabkan protein dan komponen sel akan mati. Demikian pula bila temperatur lingkungannya berada di bawah batas kisaran temperatur normal maka transportasi nutrisi akan terhambat dan proses kehidupan sel akan terhenti, dengan demikian temperatur berpengaruh terhadap proses perombakan *anaerob* bahan organik dan produksi gas (Darmanto *et al.*, 2012).

2.4.5. Rasio C/N

Pemilihan bahan biogas dapat ditentukan dari perbandingan kadar C (karbon) dan N (nitrogen) dalam bahan tersebut. Perbandingan C dan N dalam bahan biogas merupakan faktor penting untuk berkembangnya bakteri yang akan menguraikan bahan organik tersebut. Perbandingan C/N kurang dari 8, dapat menghalangi aktivitas bakteri akibat kadar ammonia yang berlebihan (Werner *et al.*, 1989). Perbandingan C/N yang lebih dari 43 mengakibatkan kerja bakteri juga terhambat (Dennis dan Burke, 2001). Menurut Yani dan Darwis (1990), bakteri yang berperan dalam proses secara *anaerobic* membutuhkan nutrisi untuk tumbuh dan berkembang, berupa sumber karbon dan sumber nitrogen. Keseimbangan karbon dan nitrogen dalam bahan yang digunakan sebagai substrat perlu mendapat perhatian. Menurut Fry (1974) perbandingan C/N dari bahan organik sangat menentukan aktivitas bakteri dan produksi biogas. Menurut Hartono (2009) rentang rasio C/N antara 25-30 merupakan rentang optimum untuk proses penguraian anaerob. Jika rasio C/N terlalu tinggi, maka nitrogen akan dikonsumsi sangat cepat oleh bakteri-bakteri metanogen untuk memenuhi kebutuhan protein

dan tidak akan lagi bereaksi dengan sisa karbonnya. Sebagai hasilnya produksi gas akan rendah. Di lain pihak, jika rasio C/N sangat rendah, nitrogen akan dibebaskan dan terkumpul dalam bentuk NH_4OH .

2.5. Ampas Tahu

Tahu diperoleh melalui proses pengumpulan (pengendapan) protein susu kedelai, bahan yang digunakan adalah batu tahu (CaSO_4), asam cuka (CH_3COOH) dan MgSO_4 . Secara umum proses pembuatan tahu meliputi, perendaman, penggilingan, pemasakan, penyaringan, pengumpulan, pencetakan/pengerasan dan pemotongan (Sani, 2006).

Pembuatan tahu selain menghasilkan produk utama berupa tahu, juga menghasilkan limbah yang berupa ampas tahu dan limbah cair (Said dan Wahjono, 1999).

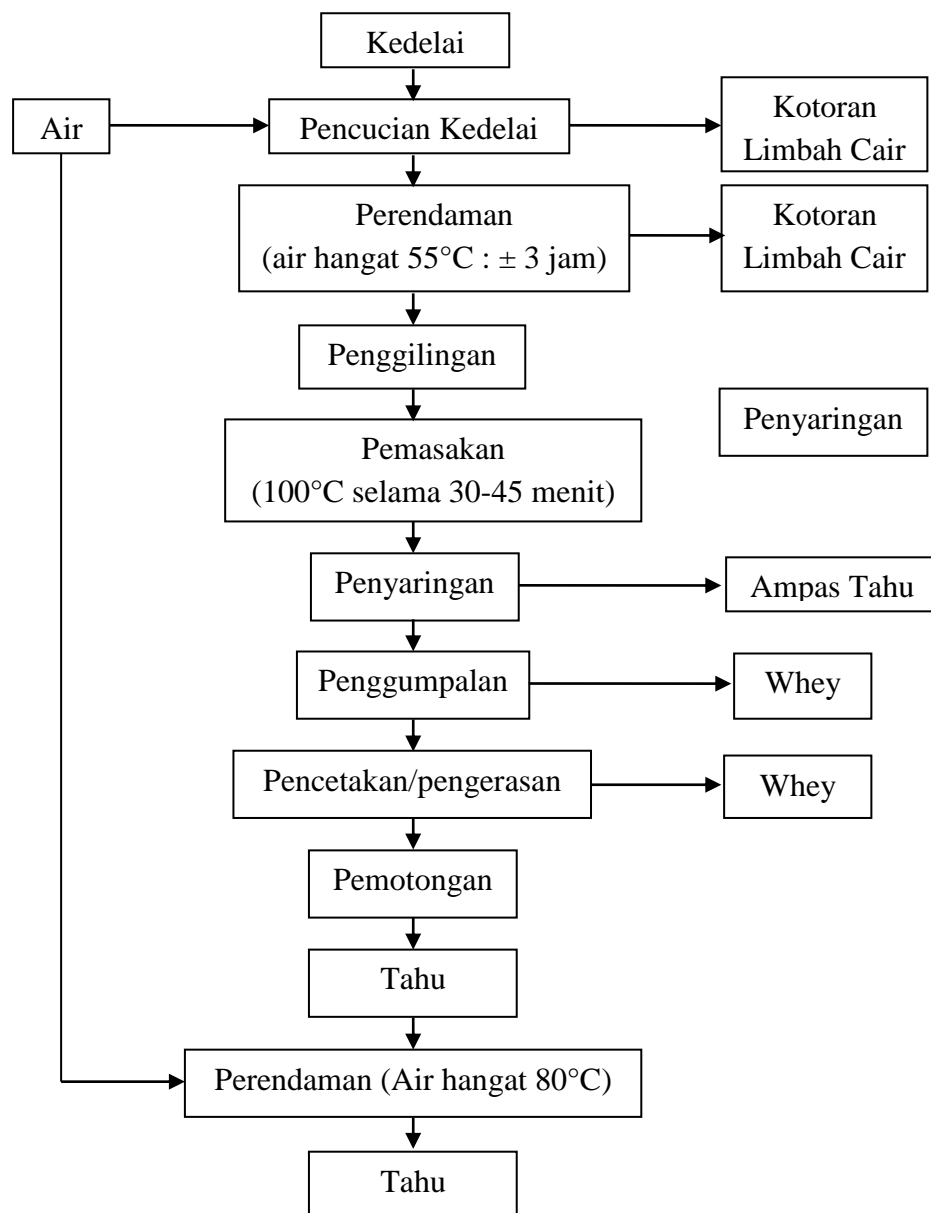
Tabel 2. Karakteristik Ampas Tahu

Parameter	Hasil Analisis
Kadar Air	82,69%
Kadar Abu	0,55%
Kadar Lemak	0,62%
Kadar Protein	2,42%
Karbohidrat	13,71%

Perhitungan berdasarkan Widarti(2012) yang disitasi oleh Widarti (2012)

Kadar protein berdasarkan berat kering di dalam ampas adalah 22%, sedangkan dalam kedelai 38% (Sani, 2006). Proses pembuatan tahu berawal dari kedelai di kupas dari kulitnya, kemudian di cuci menggunakan air bersih sampai kotoran dalam kedelai terbuang, setelah itu kedelai di rendam dengan air hangat

bersuhu 55°C selama lebih kurang 3 jam, setelah dilakukan perendaman kedelai digiling hingga lembut dan di masak dengan suhu 100°C selama 30-40 menit, kemudian dilakukan penyaringan dan pencetakan menjadi tahu. Skema proses pembuatan tahu dapat dilihat pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Skema pembuatan tahu
(Sumber : Potter et al., 1994)